

PUB-NO: DE019502822A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 19502822 A1

TITLE: Distance dependent  
signal extraction to regulate  
distance between probe  
point and probed surface for  
raster probe  
microscopy

PUBN-DATE: August 1, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

DRAEBENSTEDT, ALEXANDER

DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

DRAEBENSTEDT ALEXANDER

DE

APPL-NO: DE19502822

APPL-DATE: January 30, 1995

PRIORITY-DATA: DE19502822A ( January 30,

1995)

INT-CL (IPC): H01J037/28, G05D003/12 ,  
G01B011/14

EUR-CL (EPC): G01B007/34 ; G01N023/225,  
G01N027/00 , G02B021/00

ABSTRACT:

CHG DATE=19990617 STATUS=O>The method obtains the signals based on the oscillation causing the shear force between the probe tip (3), which is oscillating at resonance, and the probed surface (4). The oscillation condition of the probe tip is detected by analysing the electric signals at the exciting piezo element (1). These signals result from the piezoelectric (or inverse piezoelectric) effect on an engaging electrode (2). The electric signals are either at the element itself or at an additional piezo electric converter.

DERWENT-ACC-NO: 1996-355195

DERWENT-WEEK: 199636

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Distance dependent  
signal extraction to regulate  
distance between probe  
point and probed surface for  
raster probe  
microscopy - detecting oscillation of probe  
point by analysing  
electric signals at exciting piezo  
element due to piezo  
electric effect on electrode

INVENTOR: DRAEBENSTEDT, A

PATENT-ASSIGNEE: DRAEBENSTEDT A[DRAEI]

PRIORITY-DATA: 1995DE-1002822 (January 30,  
1995)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	LANGUAGE	PUB-DATE	PAGES	MAIN-IPC
DE 19502822 A1		August 1, 1996		
N/A		003		H01J 037/28

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR
--------	-----------------

APPL-NO  
DE 19502822A1  
1995DE-1002822

APPL-DATE  
N/A  
January 30, 1995

INT-CL (IPC): G01B011/14, G05D003/12 ,  
H01J037/28

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 19502822A

BASIC-ABSTRACT:

The method obtains the signals based on the oscillation causing the shear force between the probe tip (3), which is oscillating at resonance, and the probed surface (4). The oscillation condition of the probe tip is detected by analysing the electric signals at the exciting piezo element (1).

These signals result from the piezoelectric (or inverse piezoelectric) effect on an engaging electrode (2). The electric signals are either at the element itself or at an additional piezo electric converter.

ADVANTAGE - Allows construction of distance regulator with greater flexibility, with less material expenditure, without interfering stray light and without adjusting laser scan.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/1

DERWENT-CLASS: S02 S03 T06

EPI-CODES: S02-A03B2; S02-J04B1; S03-E04R;  
T06-B02B;



⑩ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Off nl gungsschrift**  
⑩ **DE 195 02 822 A 1**

⑤ **Int. Cl.:**  
**H01 J 37/28**  
G 05 D 3/12  
G 01 B 11/14

⑳ **Aktenzeichen:** 195 02 822.8  
㉑ **Anmeldetag:** 30. 1. 95  
㉒ **Offenlegungstag:** 1. 8. 96

**DE 195 02 822 A 1**

㉑ **Anmelder:**  
Dräbenstedt, Alexander, 09114 Chemnitz, DE

㉒ **Erfinder:**  
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤ **Verfahren zur Gewinnung eines abstandsabhängigen Signales bei der Rastersondenmikroskopie**

⑤ **Es wird ein Verfahren beschrieben, ein abstandsabhängiges Signal zu erhalten, mit dem es möglich ist, bei Rastersondenmikroskopen den Abstand zwischen Sonde und Probenoberfläche nachführend konstant zu halten. Das Verfahren beruht auf der Wirkung der Scherkräfte auf eine sich in resonanter Schwingung befindende Sondenspitze bei Annäherung an die Probenoberfläche. Die Sonde, z. B. optische Nahfeldsonde, wird durch einen Piezoaktuator in Schwingungen versetzt, deren Amplitude kleiner ist, als die Auflösungsgrenze des aufzubauenden Rastersondenmikroskops. Dabei wird der Schwingungszustand der Spitze durch die Auswertung der elektrischen Signale an einer Abgriffelektrode des die Schwingungen anregenden Piezos selbst detektiert. Diese Technik erlaubt den Aufbau einer Abstandsregelung mit wesentlich erhöhter Flexibilität, geringerem materiellen Aufwand, ohne störendes Streulicht und ohne Justieraufwand einer eventuellen Laserabtastung.**

**DE 195 02 822 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gewinnung eines abstandsabhängigen Signales zur Regelung der Distanz zwischen Tastspitze und Probenoberfläche zur Verwendung bei Rastersondenmikroskopien gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Rastersondenmikroskopien wie z. B. die Nahfeldoptik beruhen darauf, daß eine Sonde in geringem Abstand über eine Probenoberfläche geführt wird. Ein in der Nahfeldoptik verbreitetes Verfahren, den Abstand zwischen Sonde und Probe regulieren zu können, ist das Scherkraftverfahren (shear force). Dabei wird die Sondenspitze, die aus einigen Millimetern einer sich verjüngenden Glasfaser gebildet wird, bei einer Resonanzfrequenz durch einen piezoelektrischen Aktuator in transversale Schwingungen versetzt. Bei Annäherung der mit einer Amplitude von typisch unter 100 nm schwingenden Sondenspitze an die Oberfläche wirkt sich die entstehende seitliche Reibungskraft (Scherkraft) auf den Schwingungszustand der Sondenspitze aus. Bei bisherigen Implementationen dieses Verfahrens wird die Schwingung der Spitze abgetastet durch einen auf das vordere Ende der Faser fokussierten Laserstrahl. Durch die seitliche Bewegung der Spitze wird der Laserstrahl in der Amplitude moduliert. Die in ein elektrisches Signal gewandelte Intensität des modulierten Laserstrahles repräsentiert den Schwingungszustand der Spitze in Amplitude und Phase. Durch Vergleich dieses Signals mit der die Schwingung anregenden Wechselspannung erhält man eine Information über den Abstand der Sonde zur Oberfläche. Der Abstand kann damit durch eine Rückkopplung dieses Signals auf ein Positionierungselement von Sonde oder Probe konstant gehalten werden.

Ein Nachteil der Abtastung mit Laserstrahl ist die Notwendigkeit der geradlinigen Zugänglichkeit der vordersten Region der Spitze für den abtastenden Strahl bis zum Photodetektor, so daß nur sehr ebene Proben untersucht werden können. Weiterhin ist die Justierung und Fokussierung des Lasers auf die Faser Spitze recht aufwendig. Ein besonderes Problem entsteht für die optische Nahfeldmikroskopie aus dem Licht des Abtastungslasers, das unvermeidlich in den Abbildungslichtweg des opt. Nahfeldmikroskopes gestreut wird. Dieses Licht muß mittels Filter von dem Licht der Arbeitswellenlänge getrennt werden und schränkt durch den notwendigen Wellenlängenunterschied den möglichen Wellenlängenbereich für die Arbeitsfrequenz ein. Andere Implementationen nutzen eine Reflexion des abtastenden Laserstrahles auf der Probenoberfläche, was wiederum die untersuchbaren Proben auf solche mit ausreichender Reflektivität beschränkt.

Das unter Anspruch 1 genannte Verfahren arbeitet auf rein elektronischem Weg ohne optische Abtastung der Schwingung der Spitze. Auch bei diesem Verfahren wird die Spitze durch einen Piezoaktuator in Schwingung versetzt. Die Spitze als schwingungsfähiges System stellt für den anregenden Piezo eine Last dar, die abhängig ist von der Lage der Anregungsfrequenz zu den Eigenfrequenzen der Spitze. Die Bewegung des Piezos ist demnach nicht nur eine Widerspiegelung der Anregungsspannung, sondern ist auch beeinflusst von der Bewegung der zu Schwingung auf der Anregungsfrequenz gezwungenen Spitze. Die Phasenlage und Amplitude der Schwingung der Spitze ist abhängig von der Dämpfung der Schwingung und der Reso-

nanzfrequenzbeeinflussung durch Erhöhung der rücktreibenden Kraft als Folge der zunehmenden Scherkraft bei Annäherung an die Probenoberfläche. An der zusätzlichen Elektrode am Piezo liegt die Wechselspannung an, die durch den piezoelektrischen Effekt aus der resultierenden Bewegung des Piezos hervorgerufen wird. Diese Wechselspannung enthält die Amplituden und Phaseninformation über die schwingende Spitze.

Die Fig. 1 zeigt eine Umsetzung des in Anspruch 1 genannten Verfahrens, und soll im Folgenden näher erläutert werden.

Ein Computer bestimmt Frequenz und Amplitude eines spannungsgesteuerten Oszillators (VCO), mit dessen Ausgangsspannung der Piezoaktuator 1 und damit die Sonde 3 in mechanische Schwingungen versetzt wird. Die Frequenz des Oszillators wird so gewählt, daß sie mit einer Resonanzfrequenz der Spitze übereinstimmt. Die resultierende Bewegung des Systems Piezo-Spitze wird an der Abgriffelektrode 2 in eine elektrische Spannung umgesetzt, die im Vorverstärker mit automatischer Aussteuerung in eine Wechselspannung konstanter Amplitude gewandelt wird. Dabei entsteht ein Amplitudensignal, das direkt dem Computer zugeführt wird. Das verstärkte Wechselspannungssignal wird zusammen mit einem Referenzsignal aus dem VCO einem Phasenvergleicher eingespeist, dessen Ausgang die Phasenlage repräsentiert und wiederum in den Computer eingelesen wird. Ein Regelalgorithmus im Computer erzeugt aus den Eingangsinformationen ein Stellsignal, mit dem die Entfernung von Spitze 3 und Probe 4 über einen weiteren Piezoaktuator 5 nachgeregelt wird.

## Patentanspruch

Verfahren zur Gewinnung eines abstandsabhängigen Signales zur Regelung der Distanz zwischen Tastspitze und Probenoberfläche bei der Rastersondenmikroskopie, speziell der optischen Nahfeldmikroskopie, beruhend auf der die Schwingung beeinflussenden Wirkung der Scherkräfte zwischen der in Resonanz schwingenden Sondenspitze (3) und der Probenoberfläche (4) dadurch gekennzeichnet, daß der Schwingungszustand der Sondenspitze (3) durch Auswertung der durch den (inversen) piezoelektrischen Effekt an einer Abgriffelektrode (2) entstehenden elektrischen Signale am Anregungspiezo (1) selbst oder einem zusätzlich angebrachten piezoelektrischen Wandler detektiert wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Figur 1

